

## 論文審査の結果の要旨

加藤 慶樹

---

申請者氏名

魚類の発育初期の減耗機構を明らかにすることは、資源変動予測あるいは資源育成に関する重要な研究課題であり、摂餌開始時期における摂餌の成否が、減耗要因解明の大きな鍵と考えられる。最近の実験系を中心としたいくつかの研究から、同じ餌密度であっても海洋の乱流条件の違いによって仔魚の摂餌効率が異なることが示唆され、水産重要魚種を対象とした乱流の影響の定量的な見積もりは、単に魚類の再生産メカニズムを解明するだけではなく、増養殖技術の改善に向けた極めて重要な研究課題の一つといえる。本研究では、物理環境と関連した生残機構に焦点をあて、産卵場から成育場に輸送されるまでの過程を明らかにしつつ、その間に受ける水温環境の変化や摂餌効率に影響を与えるとみられる乱流環境の違いが、クロマグロ (*Thunnus orientalis*) 仔魚の初期生態にどのような影響を与えているかを、飼育実験と数値実験から明らかにすることを目的とした。本論文が明らかにした内容の要点を以下にまとめる。

### 1. 海洋乱流がクロマグロ仔魚の生残に与える影響

クロマグロの産卵海域となっている沖縄南東海域は生物生産性が非常に低いため、仔魚は低餌密度環境下で効率的に摂餌する必要がある。そこで、噴流により乱流を発生させた水槽内での飼育実験から、クロマグロ仔魚の乱流に対する応答特性を検討した。その結果、中庸な乱流強度で最も生残率が高くなる単峰型の生残率曲線が得られ、そのピークはワムシ摂餌数と一致した。つまり、クロマグロ仔魚にとって最も摂餌効率がよい乱流条件が存在するのであり、それが仔魚期の生残を左右することが分かった。実際の外洋表層でこれに相当する乱流は風速9 m/s程度の風で発生するが、台風のように風速15 m/s以上の風が吹く乱流環境下では摂餌が不能となる。本実験の結果と過去のキハダ (*T. albacares*) の結果を比較すると、生残率の最大値を持つ乱流レベルは互いに近い値をとり、外洋で産卵するマグロ属魚類共通の生態的特徴であることが示唆された。一方、沿岸域に産卵場を持つマダイ (*Pagrus major*) やサバヒー (*Chanos chanos*) の高生残率をもたらす乱流レベルの範囲は、クロマグロと比較してかなり幅広く、潮汐のような強い乱流下でも適応できる能力を有しているものとみられる。

### 2. 孵化と生残に及ぼす水温の影響

クロマグロ仔魚が成育海域に至る輸送過程で経験する水温は、産卵海域の違いによって大きく異なる。そこで、仔魚が低水温域や高水温域に輸送された場合の成長・生残への影響について実験的に検討した。その結果、仔魚が産卵海域での滞留機構に取り込まれず、日本沿岸の低水温帯に素早く輸送されてしまった場合、水温変化が死亡の直接的な要因とはならなくても成長の停滞が著しく、仔魚期の長期化が見込まれることが分かった。また、水温23-28 °Cで高い孵化率が認められたが、23 °Cでは26 °Cと比較して孵化時間が長期化

した。卵内の活性化エネルギーは水温26℃を境に大きく変化し、孵化時間の長期化はこの活性化エネルギーの増大に起因するものであることが分かった。孵化仔魚の生残率は23℃と26℃で違いは認められないものの、23℃での核酸比は著しく低く、成長の遅滞が示された。以上を総合すると、クロマグロは、26-28℃で産卵することによりその後の高い孵化率、高生残および高成長を獲得できるものと考えられる。

### 3. 産卵海域の卵仔魚輸送過程

既往の本種仔魚調査データと、世界標準モデルを基に作製された超高解像度海洋大循環モデルの流動場および水温場データを用いて、粒子追跡実験により生残に最適な産卵海域の推定を行った。その結果、これまで考えられていた産卵海域内であっても、産卵する場所によっては仔魚が輸送過程で経験する水温は大きく異なり、高水温海域に一定期間滞留した後に素早く沿岸へ輸送される確率の高い石垣島南部海域での産卵が、クロマグロの初期生残に最適であることが明らかとなった。

以上より、申請者は、クロマグロ仔魚の摂餌に海洋乱流が重要な役割を果たしており、それが同種の初期生残メカニズムを理解するために必須の要件であること、産卵海域の違いによって経験水温が大きく変化し生残の違いをもたらすこと、さらには水温に対する生残の違いのメカニズムを温度生理学的なアプローチから初めて明らかにした。これらは、クロマグロの初期生態、とくに海洋の物理的な変動現象が生残や成長、回遊行動に与える影響を明らかにしていく上で、意義のある知見と判断される。

上記の諸点を考慮し、審査委員一同は、加藤慶樹氏は独立した研究者として研究を遂行していくのに必要とされる全ての能力、知識、経験、学問的実績を持っており、博士(農学)の学位を授与するのにふさわしいとの結論を得た。